琉球大学学術リポジトリ

播種時期および施肥法のちがいによる生育試験(リュウキュウマツの造林法の研究 I)(農学部附属演習林)

メタデータ	言語:
	出版者: 琉球大学農学部
	公開日: 2008-02-14
	キーワード (Ja):
	キーワード (En):
	作成者: 山盛, 直, 大山, 保表, Yamamori, Naoshi, Oyama, Hohyo
	メールアドレス:
	所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/4393

リュウキュウマツの造林法の研究 I

― 播種時期および施肥法のちがいによる生育試験 ―

山盛　直*　大山保表**

Naoshi YAMAMORI and Hohyo OYAMA : Studies on the planting method of Ryukyu-matsu (*Pinus luchuensis* Mayr)
― The effects of seeding times and fertilizing methods on the growth of Ryukyu-matsu ―

I 緒　言

リュウキュウマツは旧藩時代から主として人工下種によって比較的広面積の造林が実行され，戦前までの森林は良く管理され良好であった。戦災による被害や戦後の膨大な復興資材の調達，さらには山地の開拓利用などもあって戦後の林野は全般的に荒廃は著しく，厳しい自然条件とも相まって林野現況は低質であり林相の改善が切望されている。

リュウキュウマツは沖縄を郷土とし，土地的適応性が広くまた造林経費の低廉な人工下種造林によって容易に成林が可能であり，また生長も比較的大きく広面積造林に適している。併しながら造林地の現況をみると造林成績にかなりの相違のあることが観察される。

ところで，リュウキュウマツの発芽稚樹は2年生までは伸長が極めて遅いこと，陽性が極めて高いこと，耐乾性が極めて高いことなどの報告があり（1），したがって下刈手入れの程度が造林成績を左右する重要条件であると同時に下刈費用が造林経費の大部分をしめている。

演習林における下刈保育は播種当年2回，2年目に2回，3，4年目に1回の計6回実行しているが，公私有林の場合は経費節減のため焼払い地拵えをなし，刈払いは播種当年1回，2年目2回の計3回に節減していると聞く。リュウキュウマツ人工下種造林成績を左右する重要条件は発芽稚苗数を多くすること，下刈によって庇陰による稚苗の消失数を減じて立木本数を多くすること，成林までに淘汰によって残有する優良形質木を多くして疎悪林化を防ぎ且つ優良林分への誘導をはかることなどである。

佐藤（3），によると本土各地では15～20日間にわたり雨量皆無の期間が比較的ひんぱんに繰返されていることや土壌の深さ0～5㎝間は雨量後もすみやかに乾燥し，特に地表附近は乾燥が甚しいこと，耐寒性の高いアカマツ，クロマツのタネは比較的乾燥した床からも吸水することなどの研究結果が報告されている。またリュウキュウマツのタネの発芽試験結果によると各温度における発芽勢や発芽率はかなりの差があることも報告されている（4）。さらに耐寒性の比較的高いアカマツやリュウキュウマツ

＊　琉球大学農学部附属演習林
＊＊　琉球大学農学部林学科
琉球大学農学部学術報告　21：609～619（1974）

などは発芽後の生長初期に直根や側根を伸長して夏期における耐乾性を高めることが知られている。

リュウキュウマツ播種時期に相当する冬期の月平均気温の最低は1月の約16℃で比較的暖かいが，低温のおよぼす発芽稚樹への影響や，また11～4月の強い冬期季節風，雨量不足などの気象条件のおよぼす稚樹への影響があるものと予想される。また施肥深が稚苗の生育や枯損におよぼす影響などを調査する目的で12月～3月までに約1月毎に播種した時期別試験地を設け，発芽，枯損，生育本数や播種当年の稚樹の生長量などを調査して播種適期や施肥法による生長量などを検討しリュウキュウマツの造林法の基礎資料としたい。

Ⅱ　試験地の設定及び調査方法

試験地は，琉球大学農学部与那演習林の79林班ち小班内で，標高170 m，傾斜度25°～31°のNW～W斜面で，斜面の上方は稜線に位置し，下方は中腹部までの巾25m，長さ90mの長方形の試験地である。地質は古世界砂岩に属し，土壌は弱乾性黄色土の埴質壌土である。該地は，天然性広葉樹林の伐採跡地で，地拵えは全面巻落し法による。また全試験地面積は0.23haで，播種時期を12月5日（Ⅰ区），12月28日（Ⅱ区），1月28日（Ⅲ区），2月28日（Ⅳ区），3月31日（Ⅴ区），の5区に区分した。またⅠ～Ⅴ区の各区において，施肥の位置の深さによって次の5通りに区分した。すなわち，A＝3cm，B＝6cm，C＝10cm，D＝15cm，E＝無施肥として施肥量は各穴毎に窒素6g（硫安），燐酸4g（過燐酸石灰），加里4g（塩化加里）をそれぞれ下種当日に施した。植穴は各区とも，1.4 m×1.4 mの2～4列とし，各穴とも半径20m，深さ20cmの掻起しをおこなった。用いた種子は当年採取の新鮮なもので，前処理として24時間水浸処理をおこない，各穴に10粒宛播種をおこなった。なお地形の状況で各区同面積とはならず，よって各区の埴穴の数は21～77の範囲にある。

調査は，発芽後30日の間は約1週間毎に，それ以後は1月毎に生育本数及び枯損本数を調べ，発芽本数は計算によって算出した。また気象の影響を知るため，演習林内の与那観測所における平均気温と降水量を参考にした。生長状況については，発芽当年の生長をほぼ完了した12月28日に苗高を測定し，また6年を経過した1972年3月に樹高を測定して各区の平均値を比較検討した。なお地床植生の影響を除くため下刈を毎年実施した。

Ⅲ　調査結果及び考察

1　発芽状況

発芽の経過を知るため播種後の日数経過の発芽累計本数を図－1にしめした。また気象の影響を知るため，各月の旬毎の平均気温と総降水量を図－2にしめした。さらに，播種時期別及び施肥法別の有意性検定のため発芽本数の総括表を表－1に，分散分析表を表－2にしめした。

Table 1　Number of germinated seedling per seeding hole

Plot	A	B	C	D	E	Total
Ⅰ	3.34	2.85	2.34	2.93	3.31	14.77
Ⅱ	0.76	1.01	1.23	0.58	0.94	4.52
Ⅲ	1.68	1.82	2.71	3.11	3.03	12.35
Ⅳ	2.48	2.14	3.61	5.04	1.57	14.84
Ⅴ	2.88	7.26	5.68	5.15	3.35	24.52
Total	11.14	15.08	15.57	16.81	12.40	71.00

Table 2 Analysis of variance

Factor	S. S.	d. f.	M. S.	F
Seeding timing	40.871	4	10.217	10.036**
Fertilizating method	4.413	4	1.103	1.084
Error	16.299	16	1.018	
Total	61.583	24		

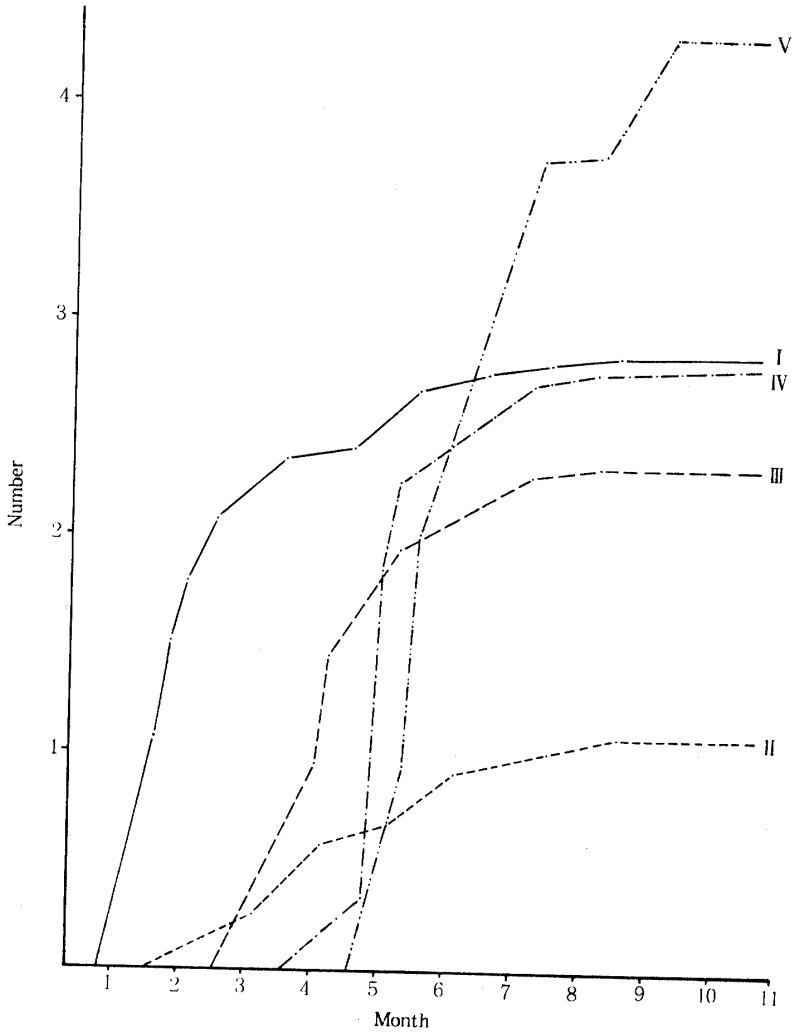

Fig 1 Number of germinated seedling per seeding hole

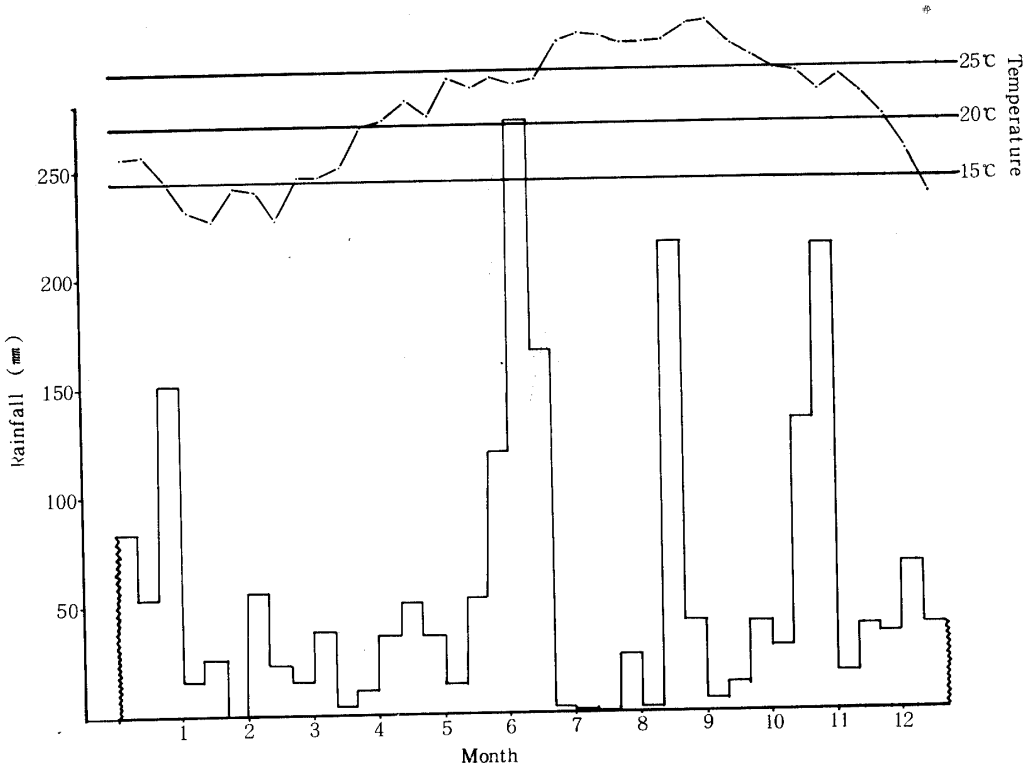

Fig 2　Rainfall and temperature in Yona

図－1によると，各播種時期別とともにそれぞれの発芽の終了する時期は7月であって，8月以降は発芽本数の増加はほとんど認められない。このことは，リュウキュウマツタネの発芽能は夏期頃までで，梅雨期明け以降はタネの播かれる表土に近い土壌中温度は，発芽最高温度よりはるかに高い温度となりタネは腐敗したものと推定される。タネの発芽に際しては，温度，水分，酸素，光などの条件が必須と考えられるが，中でも造林現地においてはタネの播かれる表土附近は降雨がないとひどい乾燥が予想され，温度とともに水分条件の影響が大きいものと考えられる。発芽適温については，林木各樹種について多くの報告があるが，マツ類では，アカマツ，クロマツは，21℃～25℃と言われている（2）。リュウキュウマツについては，筆者らの研究では（4），20℃～25℃において発芽勢及び発芽率が最も良好であった。また発芽に際して，温度とともに主要な因子は，水分であってマツ類のタネの吸水力はかなり乾いた土からも吸水可能とされているが（3），タネは一度吸水しても適湿以下の水分状態になると吸水を停止し，再び適湿を得て発芽が進行すると言われている。

図－1の7月までの発芽本数の増加経過を図－2気象条件を参照して検討すると，Ⅰ区（12月5日）は，播種後約1月間は平均気温15℃であり，また降水量も比較的多く水湿状態も適潤と考えられるので，種子の発芽本数も多く，約1月間で全発芽本数の60％以上の発芽本数をしめしている。発芽は1月下旬頃まで急上昇し以後ゆるやかなカーブを描いて7月頃まで発芽を続ける。Ⅱ区（12月28日）は，Ⅰ区とは対照的に，発芽はゆるやかなカーブで上昇し，全発芽本数に対する50％の発芽本数に達するに要する期間は2.5ケ月であり，また各試験区の中で最も発芽本数が低い。このことを気象条件の結果から検討すると，1月～2月はいずれも平均気温15℃以下で発芽適温からかなりの低温と考えられ，気温の影響が作用したものと思われる。筆者らの実験によれば（4），15℃以下の低温では発芽勢及び発芽率とともに，20℃～25℃の適温に比較してかなり低い結果を得ている。またこの時期は，一般に降水量が比較

的少く，加えて北～北東の季節風の影響もあって，土壌の水湿状態も悪いことが予想され，従って低温と乾燥による相乗作用の影響が想定される。

Ⅲ区（1月28日）では，平均気温が15℃を超える3月上旬から発芽本数が急増し，全体の50％の発芽本数に達する期間は1.5ケ月であって，4月から発芽本数が減少し7月まで発芽が続行する。

Ⅳ区（2月28日）は，播種後約1月後の4月上旬から発芽本数が急増し，発芽本数が全体の50％に達する期間はⅢ区と同様に1.5ケ月である。3月下旬から4月にかけての平均気温は20℃以上となり，降水による土壌水分も良好と考えられるので，発芽の本数増加もこの時期にもっとも大きい。

Ⅴ区（3月31日）では，播種時期にはすでに20℃以上の気温であり降水量も比較的多く，よって土壌の水湿状態も良好と考えられるので，発芽の増加率も大で，全体の50％の発芽本数に達する期間は1月で，発芽本数ももっとも多い。

発芽を促す外的因子で，温度と水分が最も重要なものであり，以上の結果でも低温時期と乾燥時期の重複した最も条件の悪い12月28日マキのⅡ区において発芽本数が少なく，全体の50％の発芽本数に達する期間も最も長い。また温度条件及び水湿条件に恵まれた3月31日マキのⅤ区は，発芽本数が最も多く，全体の50％の発芽本数に達する期間も最も短かい。

最終発芽率は，3月31日マキのⅤ区が最も大きく43.0％ついでⅠ区28.5％，Ⅳ区28.0％，Ⅲ区23.5％，最も低い12月28日マキのⅡ区は11.0％であった。

当年の生長が終了する12月までの発芽本数と播種時期及び施肥法別の有意性の検定した結果（表―2），時期別で極めて有意であり，施肥法別では有意水準に達していない。時期別発芽本数では，Ⅱ区の12月28日マキが特に小さく，他区の20～50％の発芽本数を示している。施肥法別では，D区，C区，B区，E区，A区の順に発芽本数が大きいが，大きい差は認められない。

2 枯損状況

各区別の発芽本数に対する枯損率の累計を図―3に，播種時期別，施肥法別の一穴当りの枯損本数を表―3に，その有意性検定表を表―4にしめした。

Table 3 Number of dead seedling per seeding hole

Plot	A	B	C	D	E	Total
Ⅰ	2.07	1.79	1.37	1.71	1.93	8.87
Ⅱ	0.18	0.27	0.51	0.11	0.63	1.70
Ⅲ	0.83	0.70	0.79	1.14	1.59	5.05
Ⅳ	1.00	0.36	0.99	1.10	0.38	3.83
Ⅴ	1.37	1.56	1.88	2.25	1.14	8.20
Total	5.45	4.68	5.54	6.31	5.67	27.65

Table 4 Analysis of variance

Factor	S. S.	d. f.	M. S.	F
Seeding timing	7.215	4	1.803	14.104**
Fertilizating method	0.708	4	0.067	0.528
Error	2.046	16	0.127	
Total	9.532	24		

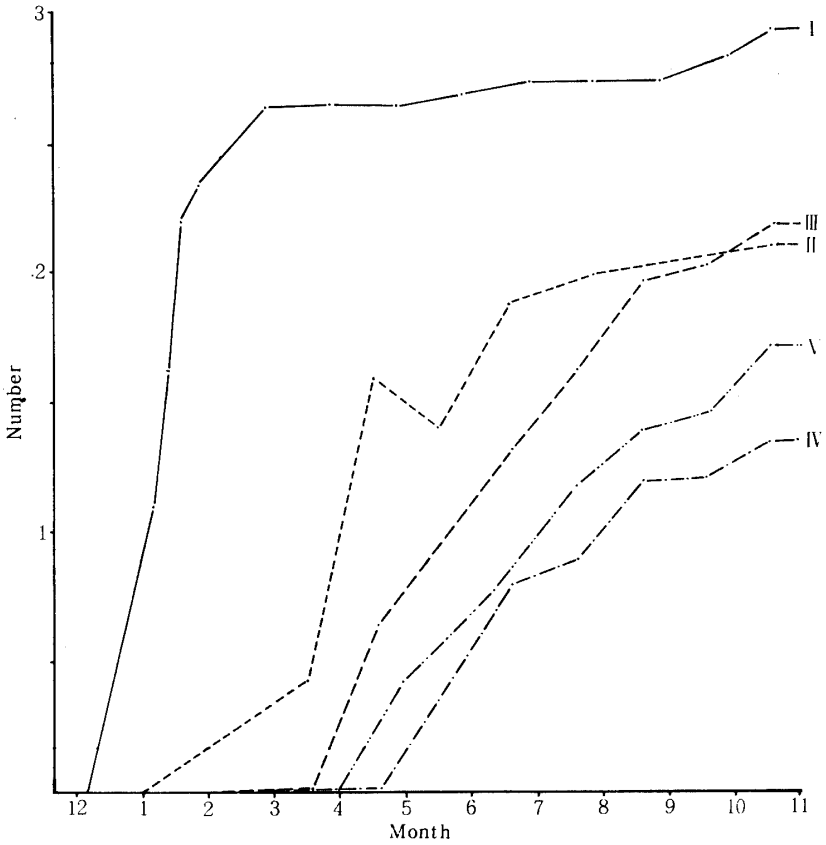

Fig 3　Number of dead seedling per seeding hole

発芽まもない稚苗は，根の発育が充分でなく，土壌の乾燥によって容易に枯死に至る。土壌の乾燥は，主として降水量不足による場合が多いが，土壌表面からの水分蒸発を促がす冬期の季節風や夏期の暑気も乾燥害に加担する。

図―3の発芽本数に対する枯損率の累計を図―2の気温及び降水量を参照して検討すると，I区（12月5日）は，発芽以後2ケ月までに枯損率が急上昇し発芽本数の約50％が枯損するが，3ケ月以後の枯損率の上昇はゆるやかになる。図―2によれば気温は12月中旬から2月中旬の期間は15℃以下で低温時期であり，発芽まもない幼苗の根系の発育が阻害されることが予想される。さらに1月および2月中，下旬に比較的降水量が小さく，乾燥の害も予想される。また枯損率の急増する時期は，最も季節風の多い時期と合致するため，土壌の乾燥が影響したことが充分考えられる。

II区（12月28日）は，播種後3ケ月～4ケ月に枯損率が急上昇し，6月中旬から上昇率がやや低下する。III区（1月28日），IV区（2月28日），V区（3月31日），の各区は播種後1.5～2ケ月後から枯損率が急上昇し，夏期の9月を過ぎた頃より上昇がゆるやかになる傾向をしめしている。また各区とも11月以降は枯損率の上昇がほとんど停止する。夏期における枯損の原因は，6月下旬から8月上旬及び9月上，中旬における降水量の少ない時期と併せて，7月から9月にかけての高温による地表面附近の灼熱の害と暑熱などによっておこる土壌の乾燥による被害などが予想される。

大山（1）の実験によれば，2～3月齢のリュウキュウマツ苗木の蒸散量は，土壌水分がpF2.7附近から次第に低下し，pF3.2から急に低下する。また6～7月齢の苗木の場合は，土壌水分がpF3から蒸散量の低下が始まり，pF3.2で急に低下する。すなわち，根系の発達の乏しい幼齢苗ほど土壌水分に敏

感であり，乾燥の被害の大きいことをしめしていて，発芽まもない期間に枯損の急増がみられ，日数の経過とともに枯損率の低下することは当然の現象と言えよう。次に表一3および表一4によると，枯損本数の有意性検定は，播種時期別で有意であり，施肥法別では有意水準に達しない。播種時期別の枯損本数は，I区で最も大きく，ついでV区，Ⅲ区，Ⅳ区，Ⅱ区の順に枯損本数が小さくなるが，I区およびV区は他に比較して大きい値をしめしている。施肥法別では，D区，E区，C区，A区，B区の順に枯損本数が大きいが各区間にはほとんど差がない。

3 生育本数

図一4に播種時期別の1穴当生育本数を，表一5に初年度の生長期を過ぎた12月下旬現在の播種時期別施肥法別の1穴当生育本数を，表一6にその有意性検定表をしめした。

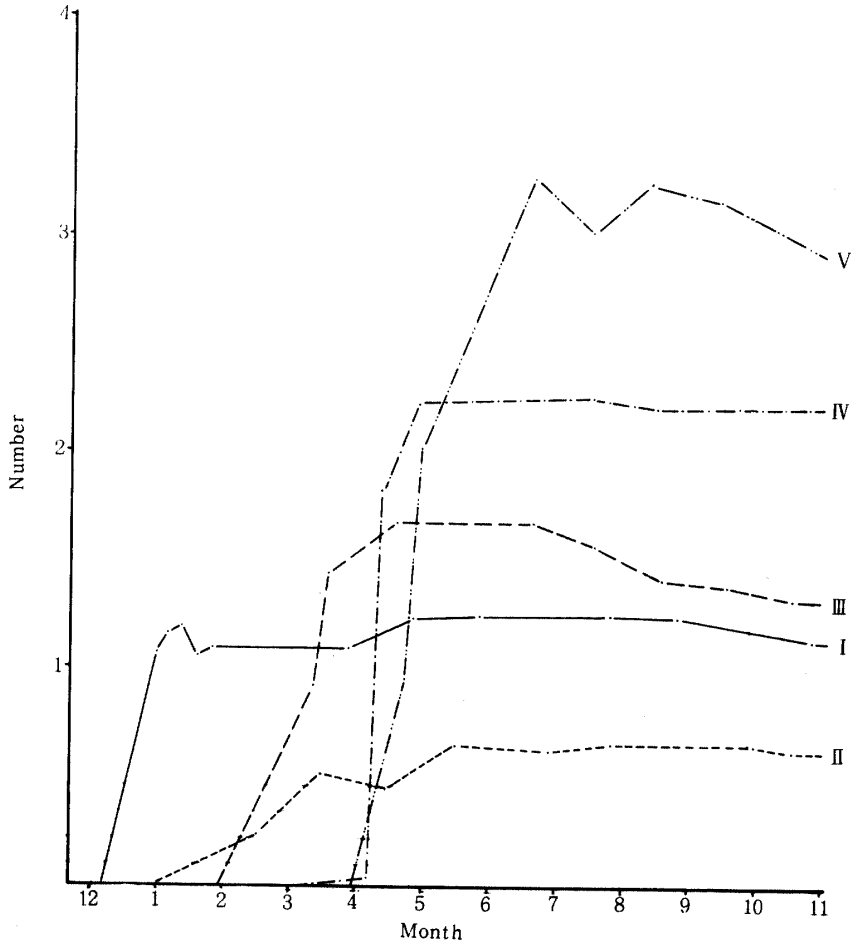

Fig 4 Number of growing seedling per seeding hole

Table 5　Number of growing seedling per seeding hole

Plot	A	B	C	D	E	Total
I	1.27	1.06	0.97	1.22	1.38	5.90
II	0.58	0.74	0.72	0.47	0.31	2.82
III	0.85	1.12	1.92	1.97	1.44	7.30
IV	1.48	1.78	2.62	3.94	1.19	11.01
V	1.51	5.70	3.83	2.89	2.41	16.34
Total	5.69	10.40	10.06	10.49	6.73	43.37

Table 6　Analysis of variance

Factor	S. S.	d. f.	M. S.	F
Seeding timing	21.615	4	5.403	7.588**
Fertilizating method	4.762	4	1.190	1.650
Error	11.543	16	0.721	
Total	37.920	24		

生育本数を図－4によってみると，I区（12月5日）は，比較的発芽本数も多いが枯損率も高く，よって12月下旬時点における生育本数は1穴当 1.1 本となっている。播種後約2ケ月経過後から生育本数は平衡状態をしめし，大きな増減がない。II区（2月28日），III区（1月28日），IV区（2月28日），の各区は，4月中旬～5月中旬までに生育本数が急増し，以後やや一定か多少減少の傾向をしめし，この時期までに残存した苗木は，夏季の乾燥期および暑熱に充分抵抗し得るものと考えられる。V区（3月31日）では播種時期に適温適湿を得て発芽率が最も良く，よって生育本数も多いが，苗齢が最も低いため夏季の乾燥および暑熱の影響を受け易く，8月以降も除々に生育本数の減少する傾向がみられる。初年度の生長期を終了した12月下旬時点における1穴当生育本数は，V区で最も大きく4.07本で，ついでIV区の2.21本，III区の1.46本，I区の1.18本，II区の0.56本の順に生育本数が小さくなっている。

表－5および表－6によると播種時期別施肥法別の有意性は，時期別で極めて有意であり，施肥法別では有意水準に達しない。播種時期別では，特に12月28日播種の生育本数が小さく，他の20～50％の値をしめしている。

4　樹高生長

播種後初年度の生長が完了したと考えられる12月28日調査の苗木の平均樹高を播種時期別，施肥法別にとりまとめたものが表－7で，その有意性検定表が表－8である。また播種後約6年を経過した1972年3月4日の樹高生長の結果を表－9に，その有意性検定表を表－10にしめした。

表－8によると，初年度の生長を終了した時点での樹高生長は，施肥法別で有意であり，播種時期別では有意水準に達していない。施肥法別では，地下6㎝深に施肥したB区で最も大きく，3㎝深のA区がこれにつぎ，無施肥区のE区で最も小さい。林地肥培による生長促進は，生長の増大をはかるとともに，保育作業の回数減少をはかって経営の合理化に資するところに主な意図が存する。ちなみに与那演習林におけるリュウキュウマツ造林地の下刈は，初年度2回，2年度2回，3，4年度各1回の計6回

Table 7 Tree height (cm) in first year stand

Plot	A	B	E	Total	Average
I	15.42	14.62	12.55	42.59	14.20
II	0.58	0.74	0.31	1.63	0.54
III	0.85	1.12	1.44	3.41	1.14
IV	1.48	1.78	1.19	4.45	1.48
V	0.85	1.79	1.27	3.91	1.30
Total	19.18	20.05	16.76	55.99	
Average	3.84	4.01	3.35	3.73	

Table 8 Analysis of variance

Factor	S. S.	d. f.	M. S.	F
Seeding timing	163.664	4	40.916	2.91
Fertilizating method	141.265	2	70.632	5.02*
Error	112.441	8	14.055	
Total	417.370	14		

Table 9 Tree height (m) in 6 years stand

Plot	A	B	C	D	E	Total	Average
I	2.56	2.20	2.28	2.58	1.33	10.95	2.19
II	2.13	2.12	2.02	1.44	0.93	8.64	1.72
III	1.51	2.52	2.61	2.73	2.35	11.72	2.34
IV	2.86	2.71	2.68	2.53	1.90	12.68	2.49
V	2.63	2.63	3.08	2.82	1.80	12.96	2.59
Total	11.69	12.18	12.67	12.10	8.31	56.95	
Average	2.34	2.44	2.53	2.42	1.66		

Table 10 Analysis variance

Factor	S. S.	d. f.	M. S.	F
Seeding timing	2.398	4	0.599	4.53*
Fertilizating method	2.468	4	0.617	4.67*
Error	2.115	16	0.132	
Total	6.930	24		

実施しているが，特に陽性の高いリュウキュラマツは，肥培によって生長を促がし下刈回数の減少をはかる必要が痛感される。上の結果によれば，施肥の方法によって1年目に樹高差を生じていて，施肥区は無施肥区より樹高生長が良好であり，また施肥法別では施肥深の大きいB区の生長が良い結果をしめしている。

播種時期別では有意差は認められないが，平均樹高は，I区（12月5日）で14.2㎝の樹高をしめして最も大きく，他の区ではI区の10%以下の値であり，特にII区（12月28日）で小さい。I区は，冬季の低温乾燥期に耐えた苗が，春季の伸長時期までに根系の発育も適湿適温を得て充分になり，夏季の乾燥暑熱に耐えて発育するものと思われる。苗木の形態を観察した結果，I区の苗木は本葉の開じょが早いが，他区では初生葉のまま初年目を終るものが多かった。

表―9および表―10によると，播種後6年目の樹高生長は，播種時期別施肥法別ともに5%水準で有意である。時期別ではV区で最も大きく2.59mをしめし，ついでIV区の2.49m，III区の2.43m，I区の2.19m，II区の1.72mの順に樹高生長が良い。特にII区（12月28日）は，他区の80%以下で生長差が大きい。初年度の生長は，次年度以降の生長への影響が予想されるが，初年度において生長量の最も小さいII区は，6年以後においても生長量の最も小さい結果をしめしている。

表―9によって施肥法別に生長差をみると，C区で最も大きく平均樹高2.53mをしめし，ついでB区の2.44m，D区の2.42m，A区の2.34m，E区の1.66mの順に樹高生長量の値が小さくなる。特に無施肥区のE区でその値が小さく，他区の70%以下の生長量をしめしていて，施肥効果のあることがわかった。施肥深別で検討すると，10㎝深のC区で最も樹高生長の良い結果をしめし，6㎝深のB区及び15㎝深のD区はほとんど差がなく，3㎝深のA区は他区より多少樹高生長量の値が小さい。確然たる差は認められないが，以上の結果から施肥深は，地表近くよりは10㎝内外の深さに実施した方が良い事を示唆している事が言えそうだ。

IV　摘　　要

1. リュウキュウマツ造林の基礎資料を得るため，播種時期別（12月5日から1月毎に5区）及び施肥法別（無施肥及び施肥深別5区）の試験をおこない，発芽本数，枯損率，生育本数，初年生及び6年生林分の樹高生長などを調査測定し，それぞれの結果を比較検討した。

2. 発芽及び枯損は，気象条件，特に温度と降水量に支配される。平均気温が15℃以下の冬季及び降水量の少ない時期は，発芽が悪く枯損も多い。また種子の発芽能は7月まで持続することがわかった。

3. 生育本数は，5～7月頃が最も多く，それ以後はやや減少するか平衡状態を続ける。

4. 初年度の樹高生長は，播種時期の早い12月5日播きの方が最も大きく，他区の10倍以上の樹高生長をしめし，施肥法別では，無施肥区は施肥区よりもまた施肥深の大きいほど生長がすぐれていた。

5. 6年経過後の樹高生長は，12月28日区で最も悪く，他区の80%以下の生長量であった。施肥法別では，無施肥区は施肥区の70%以下の生長量をしめし，施肥深別では，施肥深の大きい程大きい生長をしめす傾向がみえるが，施肥深度は10㎝区で最も生長が良かった。

参　考　文　献

1. 大山保表　1970　リュウキュウマツの造林ならびに施業に関する基礎的研究　琉球大学農学部学術報告　**17**：1～161
2. 坂口勝美　1959　育苗　P43　東京　朝倉書店
3. 佐藤大七郎　1956　スギ・ヒノキ・アカマツのマキツケナエの耐乾性　東大演習林報告　**51**：

1～108

4. 山盛 直，大山保表 1974 リュウキュウマツ種子の発芽適温 琉大農学部学術報告 21：603～607

Summary

1. This study was in order to obtain a basic data of planting method of Ryukyu-matsu. The plots were setted the variety of seeding period and method of fertilization (Table. 1)

2. Germination of seeds and death of seedlings were influenced by the condition of temperature and rainfall. Germinative capacity of seeds continued until July.

3. Number of growing seedlings increased from May to July, and after August these number decreased.

4. At the one year period, the height of seedlings which was seeding on Dec. 5th, was highest among the seeding periods. The seedling height of the fertilized plots was higher than the control. Among the method of fertilization, the seedling height increased with increasing supplied depth.

5. At the six year test, the height of stands, which was seeding on Dec. 28th, was smallest and it showed less than 80% of the others. The height of stands in the control was less than 70% of the fertilized plot.